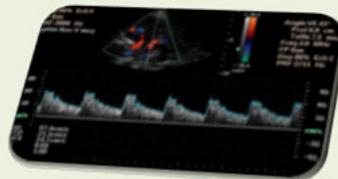


Doppler Trans-Crânien

Chapitre 2/2

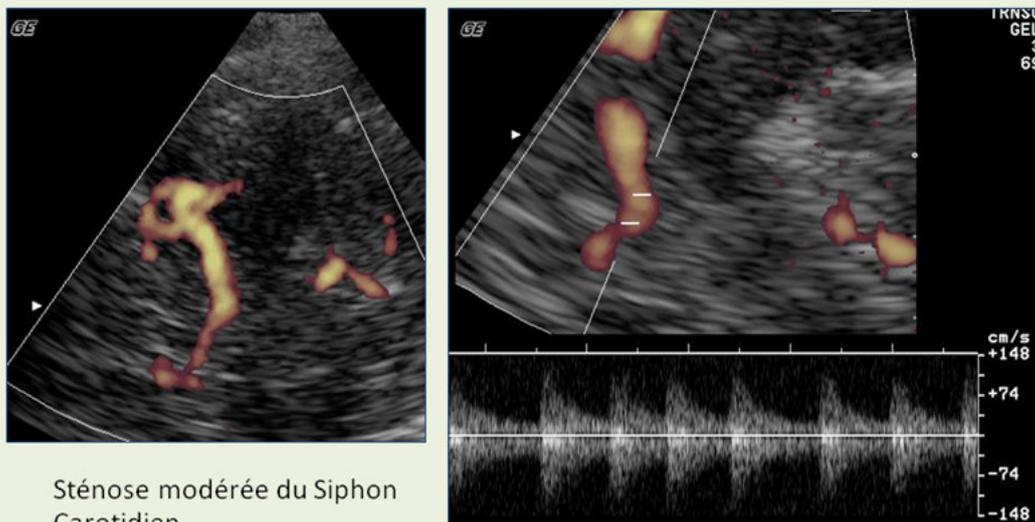
Indications



- Retentissement des lésions exo-crâniennes
- **Sténoses et occlusions des artères cérébrales**
- Micro-embolies
- Vaso-spasme
- Drépanocytose
- Mort cérébrale
- Artériopathies non athéromateuses
- Réserve vasomotrice cérébrale

Lorsque l'examen écho-Doppler ne révèle pas de sténose ou occlusion à l'étage cervical, chez un patient présentant des signes et symptômes neurologiques évocateurs d'une pathologie vasculaire ischémique, l'examen Doppler transcrânien doit rechercher une cause intracrânienne en examinant la partie tronculaire des principales artères cérébrales.

Lésions obstructives endo-crâniennes

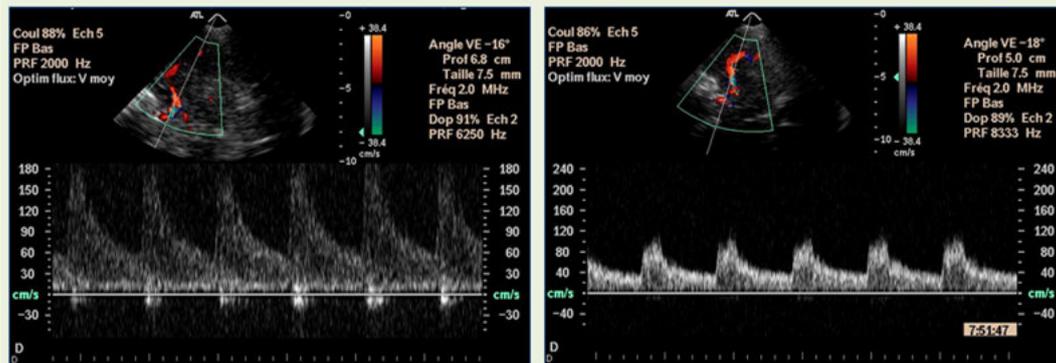


Sténose modérée du Siphon Carotidien

Le Doppler transcrânien ne peut prétendre déceler toutes les sténoses ou occlusions des artères cérébrales car il ne permet d'accéder qu'à leur partie tronculaire initiale, et les difficultés liées à une fenêtre acoustique insuffisante limite encore ses possibilités. En outre, la résolution spatiale offerte, en mode B, par les sondes de basse fréquence nécessaires pour cette application, ne permet pas une analyse précise de la paroi artérielle ni même du calibre luminal (hormis, dans les meilleurs cas, en mode B-Flow ou Doppler à large bande). Néanmoins, les sténoses significatives de la partie proximale (A1, M1 et début de M2, P2 et début de P3) de ces artères sont décelable et enregistrables.

Voici un cas de sténose modérée à l'émergence du siphon carotidien. La difficulté diagnostique à ce niveau résulte du caractère normalement un peu turbulent du flux dans cette portion, en particulier chez les sujets jeunes bénéficiant d'une éjection systolique vigoureuse (avec un pic systolique ample). On ne pourra retenir le diagnostic de sténose que si l'accélération circulatoire est franche, avec dispersion spectrale marquée et turbulence systolique, a fortiori si la modulation du flux est amortie en aval (cérébrale antérieure et cérébrale moyenne) et, surtout, si l'anomalie est unilatérale.

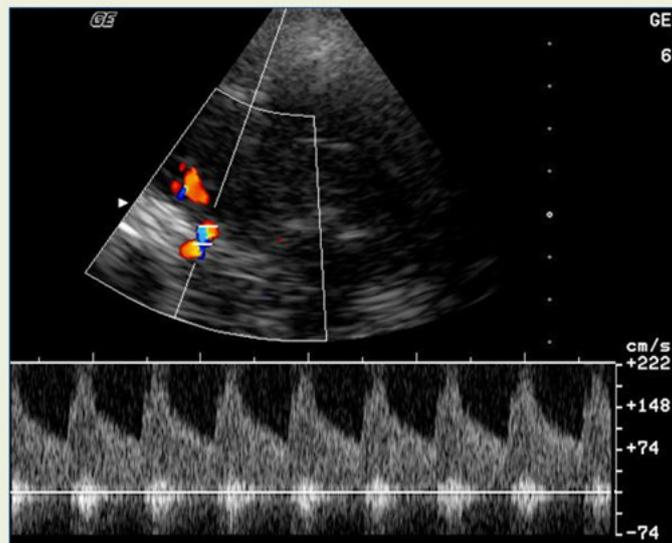
Lésions obstructives endo-crâniennes



Sténose du Siphon Carotidien

Dans cet autre cas, sans ambiguïté diagnostique, l'accélération circulatoire est plus franche, avec un retentissement modeste mais perceptible sur le flux de l'artère cérébrale moyenne homolatérale.

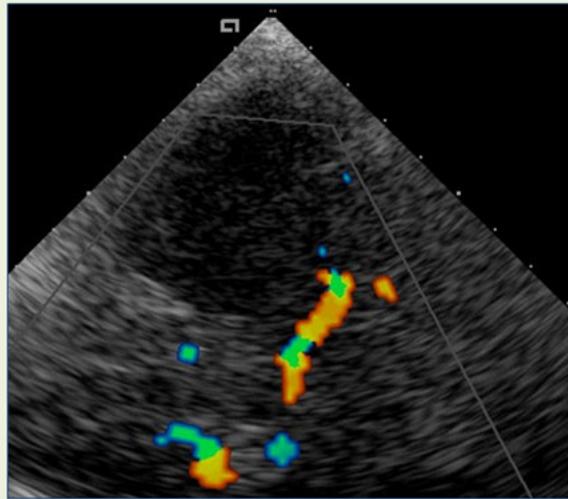
Lésions obstructives endo-crâniennes



Sténose du Siphon Carotidien

Dans cet autre cas, l'accélération circulatoire s'accompagne d'une dispersion spectrale marquée avec turbulence proto-systolique.

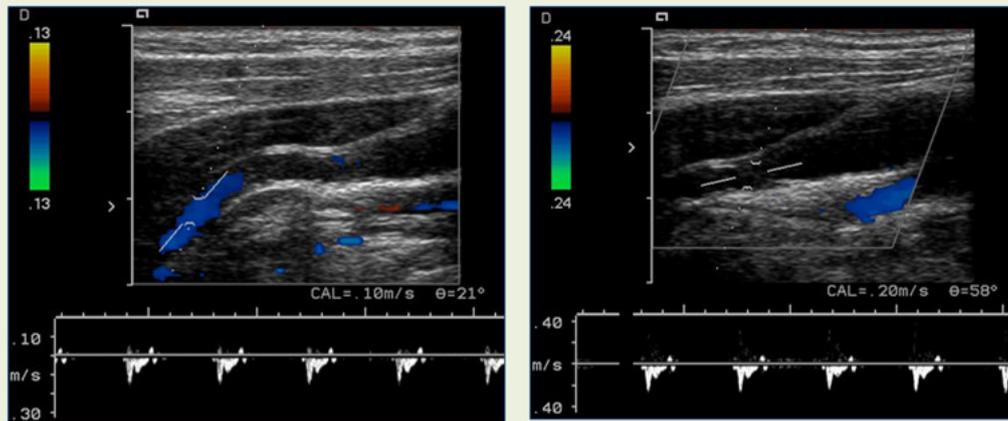
Lésions obstructives endo-crâniennes



Occlusion de l'artère cérébrale moyenne

En cas d'occlusion de l'artère cérébrale moyenne, le Doppler transcrânien montre l'absence de signal (en mode pulsé comme en mode couleur), mais ce signe n'est fiable que si la fenêtre acoustique temporale est convenable, ce qui est attesté par une bonne visualisation du rebord sphénoïdal ainsi que des autres artères (comme ici l'artère cérébrale postérieure homolatérale et l'artère cérébrale antérieure controlatérale).

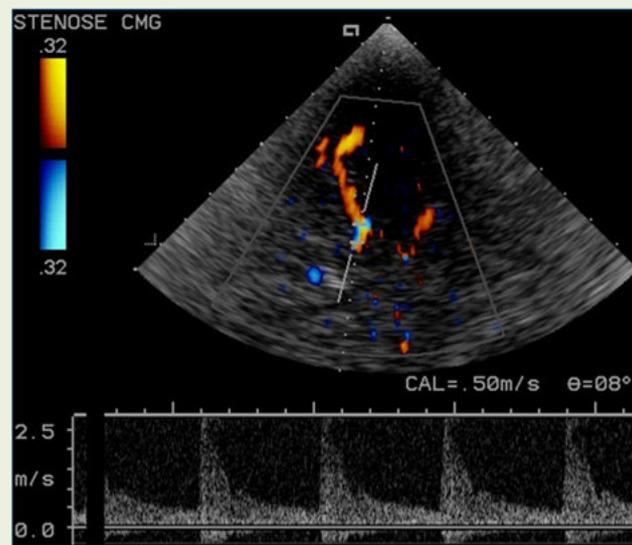
Lésions obstructives endo-crâniennes



Occlusion de l'artère cérébrale moyenne

Bien souvent, l'occlusion totale de l'artère cérébrale moyenne s'accompagne d'un retentissement franc en amont, avec la disparition du flux diastolique sur la carotide interne (avec les difficultés diagnostiques que l'on peut imaginer en raison du risque de confusion avec la carotide externe et, par conséquent, un faux diagnostic d'occlusion de la carotide interne).

Lésions obstructives endo-crâniennes

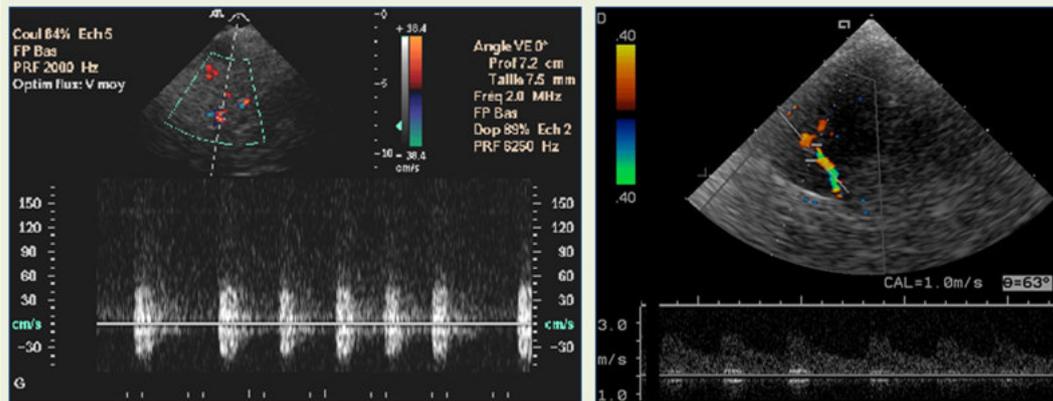


Sténose modérée de l'artère cérébrale moyenne en M1

La possibilité de diagnostic de sténose des artères cérébrales repose sur la qualité de la fenêtre acoustique, et sur le degré de sténose. Les signes sont banals : accélération circulatoire, dispersion spectrale, turbulence éventuelle, et tracé Doppler de modulation amortie en aval.

Voici un cas de sténose modérée de l'artère cérébrale moyenne en M1. La vitesse circulatoire systolique dépasse 250 cm/s, ce qui est tout à fait significatif (la vitesse normale est généralement inférieure à 100 cm/s).

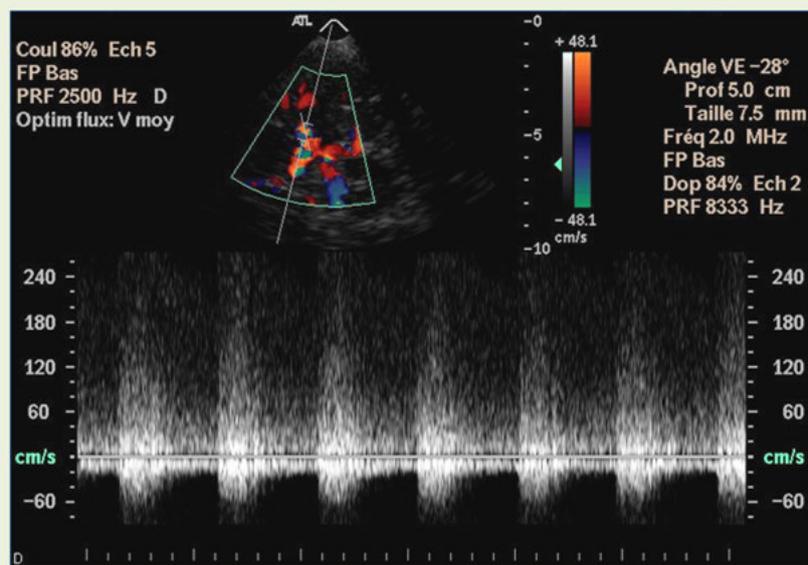
Lésions obstructives endo-crâniennes



Sténose de l'artère cérébrale moyenne en M1

En voici un autre exemple, avec accélération et turbulence franche sur le segment M1 de l'artère cérébrale moyenne, et tracé modérément amorti en aval.

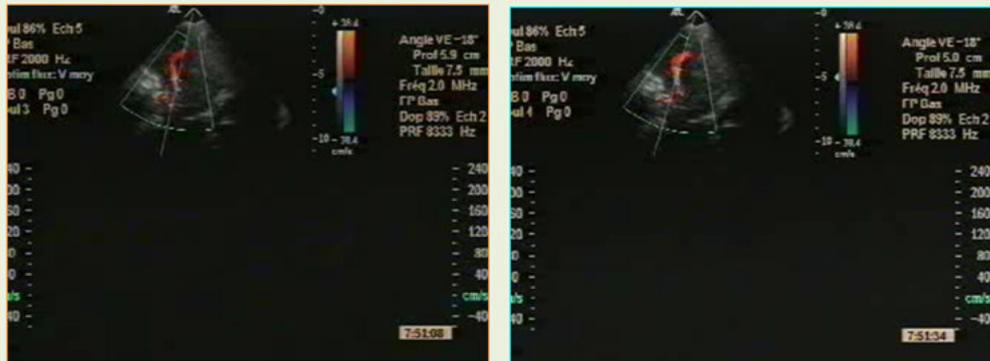
Lésions obstructives endo-crâniennes



Sténose de l'artère cérébrale moyenne ...

Dans cet autre exemple, la turbulence est majeure avec un accélération circulatoire systolique et diastolique très marquée.

Lésions obstructives endo-crâniennes

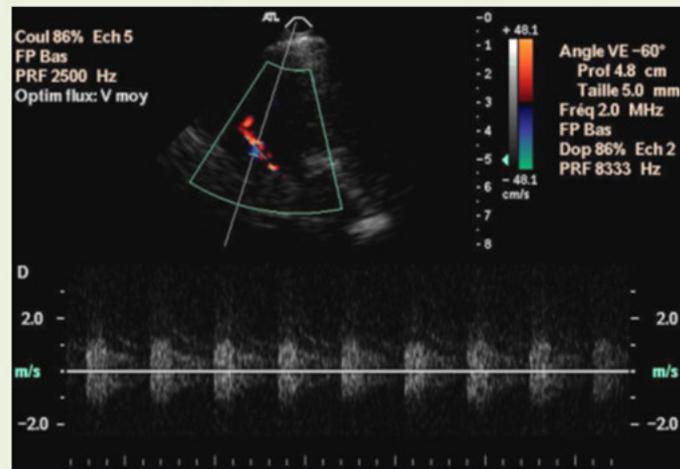


Sténose de l'artère cérébrale moyenne:
signes directs

Sténose de l'artère cérébrale moyenne:
signes d'aval

En voici encore un exemple, en séquences vidéo, avec l'accélération circulaire en M1, s'accompagnant d'une turbulence systolique, et le retentissement en M2.

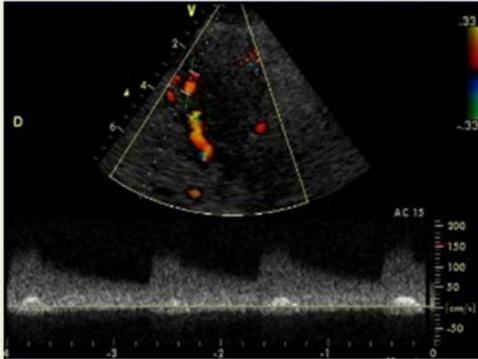
Lésions obstructives endo-crâniennes



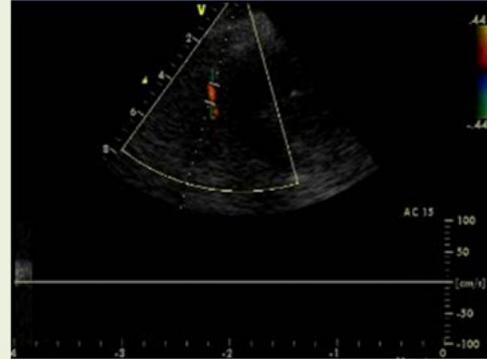
Sténose proximale de l'artère cérébrale moyenne

Sur cet enregistrement, on retient les signes de sténose proximale très serrée de l'artère cérébrale moyenne, avec les lignes harmoniques caractéristiques des sténoses de haut grade s'accompagnant de vibrations tissulaires péri-sténotiques (lignes arquées symétriques de part et d'autre de la ligne de base).

Lésions obstructives endo-crâniennes



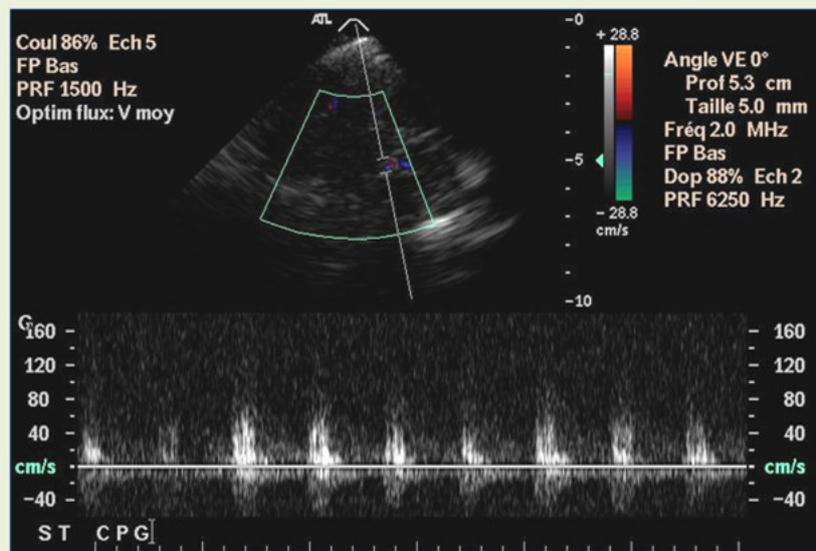
Sténose de l'artère cérébrale
moyenne à la jonction M1-M2



Sténose de l'artère cérébrale
au départ des branches insulaires

Chez cet autre patient, la sténose siège à la jonction M1-M2 de l'artère cérébrale moyenne, avec turbulence systolique caractéristique, et retentissement net en aval où l'on constate une modulation significativement amortie sur le tracé recueilli en M2.

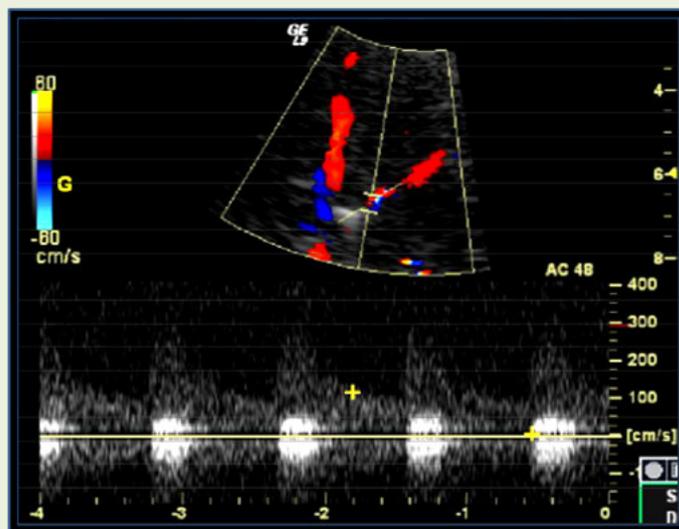
Lésions obstructives endo-crâniennes



Sténose proximale de l'artère cérébrale postérieure

Sur l'artère cérébrale postérieure, les signes de sténose sont identiques : accélération circulatoire, turbulence systolique...

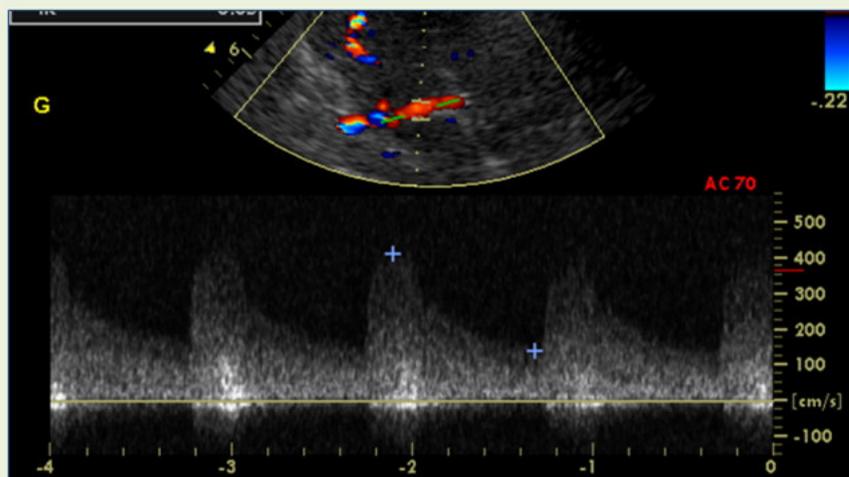
Lésions obstructives endo-crâniennes



Sténose de l'artère cérébrale postérieure en P1-P2

Ici, une sténose à la jonction P2-P3.

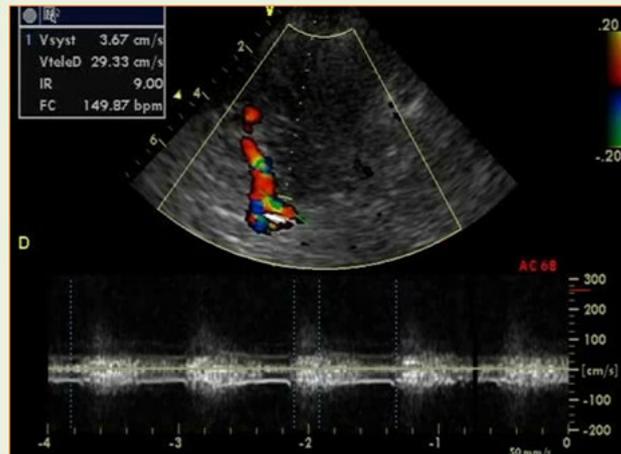
Lésions obstructives endo-crâniennes



Sténose de l'artère cérébrale postérieure en P2

Et, chez ce patient, une sténose serrée sur le segment P2 de l'artère cérébrale postérieure.

Lésions obstructives endo-crâniennes - Diagnostic Différentiel -



Hyperdébit de l'artère communicante postérieure avec flux turbulent
(collatéralité d'un obstacle carotidien)

Les pièges diagnostiques sont cependant présents : par exemple, un hyperdébit collatéral dans l'artère communicante postérieure peut, selon la configuration anatomique locale, être confondu avec une sténose de l'artère cérébrale postérieure. Comme cela a été mentionné précédemment, les artères communicantes impliquées dans la suppléance présentent généralement un flux rapide et turbulent, pouvant passer pour un signe de sténose alors qu'il est simplement en rapport avec un débit « exagéré » dans une artère de petit calibre. Cette situation peut persister durant des semaines et des mois, voire des années (le remodelage des artères cérébrales est limité).

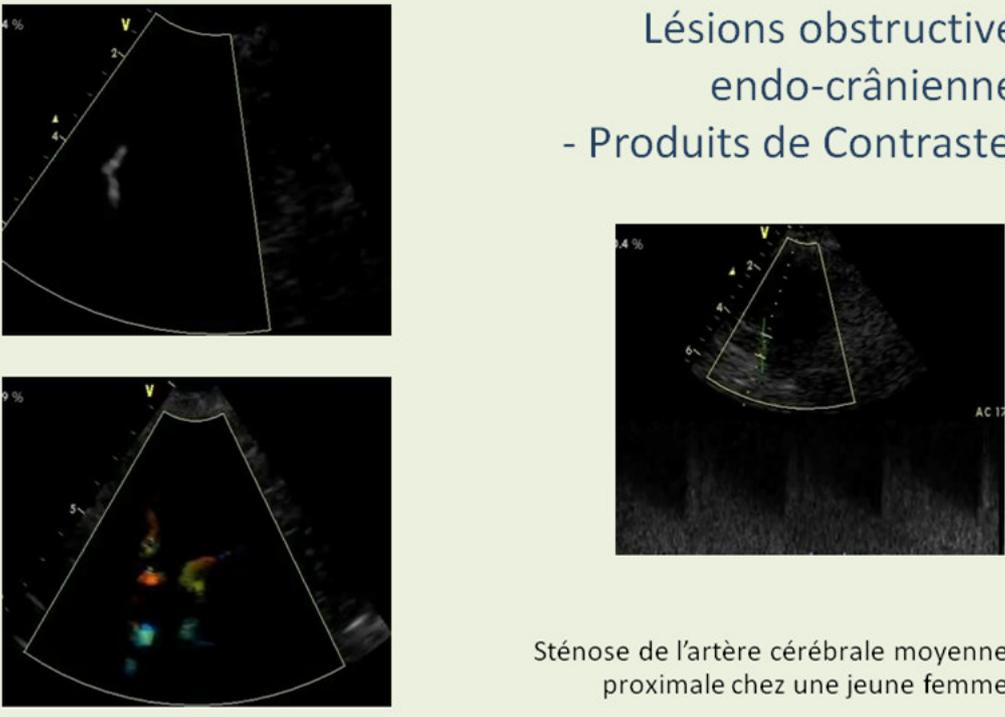
Lésions obstructives endo-crâniennes - Produits de Contraste -



Sténose de l'artère cérébrale Moyenne en M1-M2

En cas de fenêtre acoustique insuffisante, si le tableau clinique est évocateur tandis que les explorations radiologiques ne sont pas indiquées (allergie aux produits de contraste en scanner ou IRM...), l'injection de produit de contraste ultrasonore peut être réalisée, donnant alors accès aux différentes artères cérébrales. Ici, il s'agit d'une sténose de l'artère cérébrale moyenne à la jonction M1-M2. Les critères diagnostiques doivent cependant être adaptés, car le produit de contraste introduit des distorsions du signal Doppler (saturation, exagération de la vitesse moyenne...) rendant plus difficile la mesure exacte des vitesses circulatoires.

Lésions obstructives
endo-crâniennes
- Produits de Contraste -

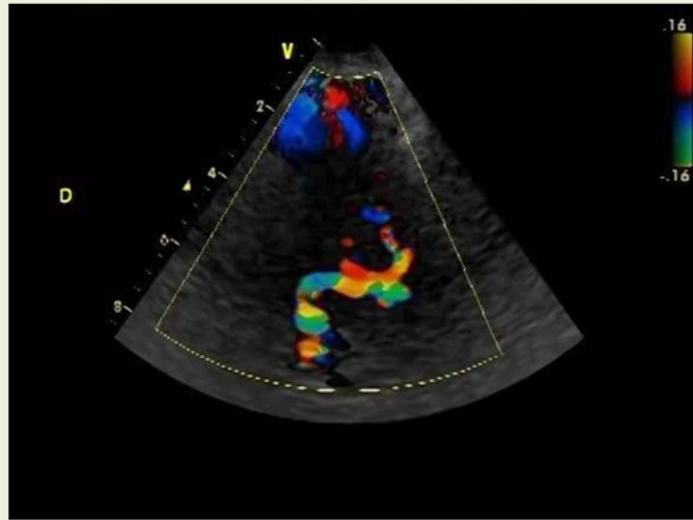


Sténose de l'artère cérébrale moyenne proximale chez une jeune femme

The image block contains three transcranial Doppler (TCD) ultrasound scans. The top-left scan shows a grayscale view of the Willisian circle with a '4%' label. The bottom-left scan shows a color Doppler view of the same area with a '9%' label. The right scan shows a grayscale view of the middle cerebral artery (MCA) with a '7.4%' label and a 'Ac 17' label, indicating a proximal stenosis.

Chez cette jeune femme, l'injection de produit de contraste ultrasonore permet d'enregistrer les signes de sténose proximale de l'artère cérébrale moyenne, amis aussi d'obtenir une visualisation de bonne qualité de l'ensemble du polygone de Willis.

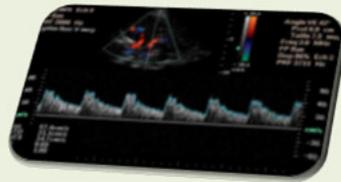
Lésions obstructives endo-crâniennes - Produits de Contraste -



Occlusion de la carotide interne droite, avec tracé Doppler amorti sur l'artère cérébrale moyenne droite

En cas de fenêtre acoustique insuffisante, si le tableau clinique est évocateur tandis que les explorations radiologiques ne sont pas indiquées (allergie aux produits de contraste en scanner ou IRM...), l'injection de produit de contraste ultrasonore peut être réalisée, donnant alors accès aux différentes artères cérébrales. Ici, il s'agit d'une sténose de l'artère cérébrale moyenne à la jonction M1-M2. Les critères diagnostiques doivent cependant être adaptés, car le produit de contraste introduit des distorsions du signal Doppler (saturation, exagération de la vitesse moyenne...) rendant plus difficile la mesure exacte des vitesses circulatoires.

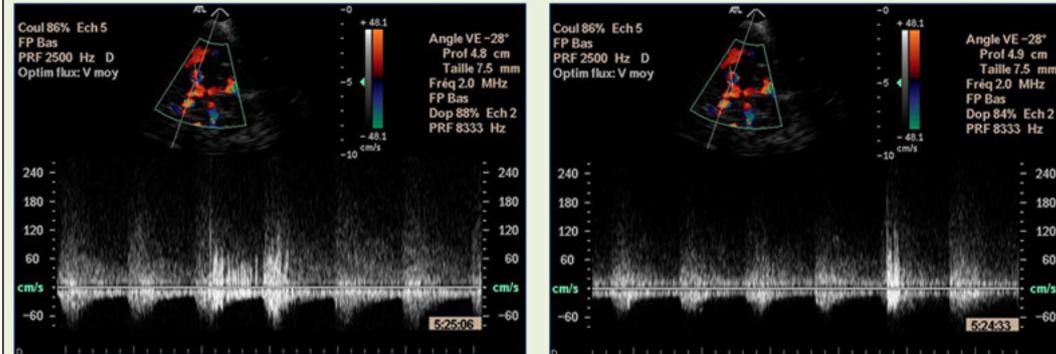
Indications



- Retentissement des lésions exo-crâniennes
- Sténoses et occlusions des artères cérébrales
- **Micro-embolies (H.I.T.S.)**
- Vaso-spasme
- Drépanocytose
- Mort cérébrale
- Artériopathies non athéromateuses
- Réserve vasomotrice cérébrale

Les micro-embolies artérielles sont aisément détectables au Doppler transcrânien, pour diverses raisons physiques et techniques (fonction, notamment, du rapport entre la taille des emboles et la fréquence ultrasonore). Il peut s'agir d'éléments figurés (thrombus d'origine cardiaque, fragments cruoriques ou fibrino-cruoriques, voire débris athéromateux, provenant d'une plaque ulcérée), mais aussi de bulles de gaz produites par cavitation au niveau d'une prothèse valvulaire cardiaque mécanique.

Lésions obstructives endo-crâniennes H.I.T.S.

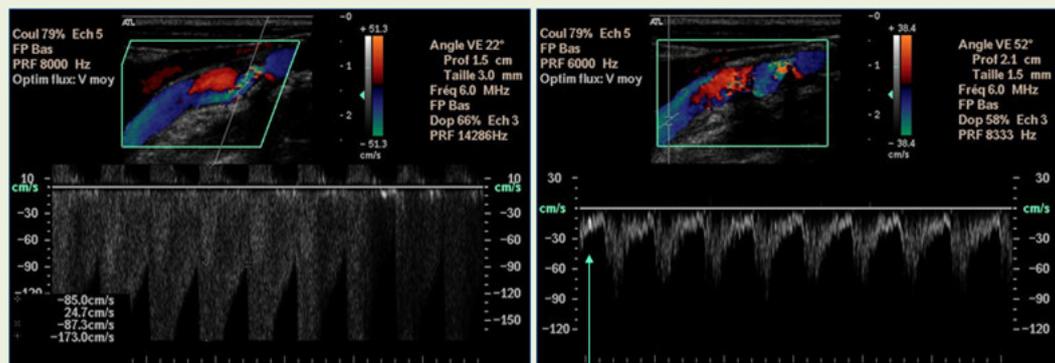


Sténose de l'artère cérébrale moyenne avec HITS
(High Intensity Transient Signals)

Les signaux Doppler caractéristiques de ces micro-embolies sont les « HITS » (high intensity transient signals) : ces signaux transitoires de haute intensité se distinguent par :

- Leur intensité forte, se détachant nettement, par une brillance intense, du signal Doppler de l'écoulement sanguin.
- Leur brièveté, leur conférant, sur le tracé d'analyse spectrale, un aspect en ligne verticale plus ou moins étendue.
- Leur vitesse moyenne, correspondant à celle du flux sanguin au même moment. Si ces signaux peuvent, de par leur intensité, saturer les amplificateurs du Doppler pulsé, et apparaître comme des lignes verticales étendues, ils restent centrés sur la vitesse moyenne du flux, et donc sur un niveau plus élevé par rapport à la ligne de base en systole qu'en diastole, au contraire des artefacts électriques ou mécaniques qui sont symétriques par rapport à la ligne de base.

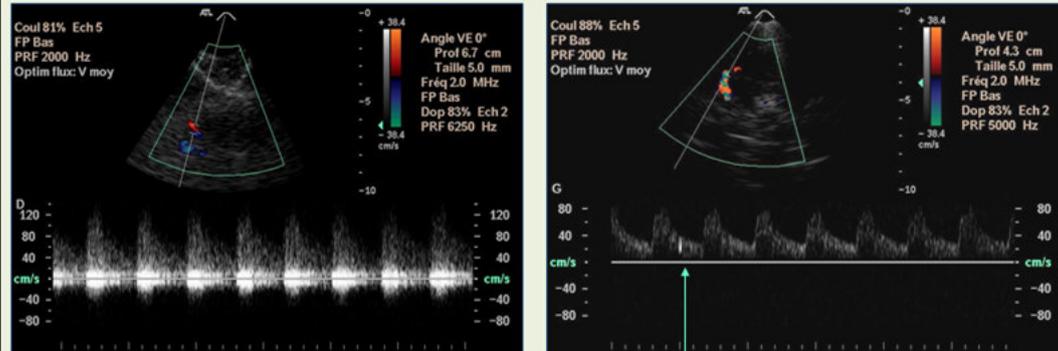
Micro-Embolies (H.I.T.S.)



Sténose serrée de la carotide interne avec collatéralité par la cérébrale antérieure et « HITS »

Chez ce patient, on enregistre sur la carotide interne des signes de sténose, avec une accélération circulatoire marquée (vitesse systolique supérieure à 200 cm/s) et dispersion spectrale. En aval, sur la carotide interne haute, l'examen Doppler détecte des signaux de micro-embolie (probablement par des éléments figurés provenant de la lésion athéromateuse).

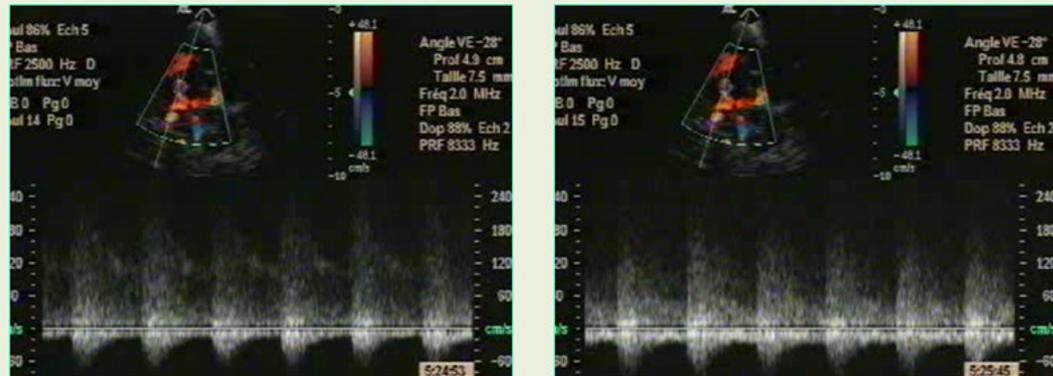
Micro-Embolies (H.I.T.S.)



Sténose serrée de la carotide interne avec collatéralité par la cérébrale antérieure (voie orbitaire) et « HITS »

Chez ce même patient, l'examen Doppler transcrânien montre l'implication de l'artère cérébrale moyenne(A1) homolatérale dans la collatéralité, avec inversion circulatoire et flux turbulent, mais aussi, sur l'artère cérébrale moyenne, la survenue de signaux caractéristiques (HITS).

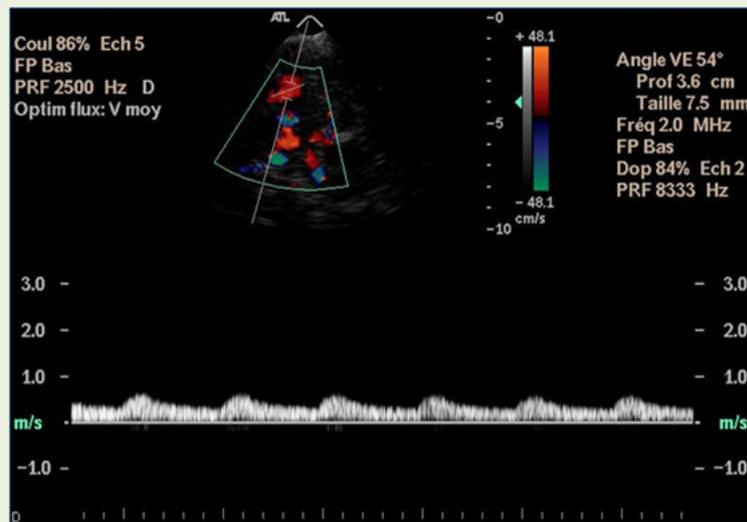
Micro-Embolies (H.I.T.S.)



A.I.T. itératifs: sténose serrée de l'artère cérébrale moyenne avec « High Intensity Transient Signals »

Sur ces séquences vidéo, on peut voir de véritables rafales de HITS chez une patiente porteuse d'une sténose serrée de l'artère cérébrale moyenne, avec des signes neurologiques déficitaires régressifs mais itératifs.

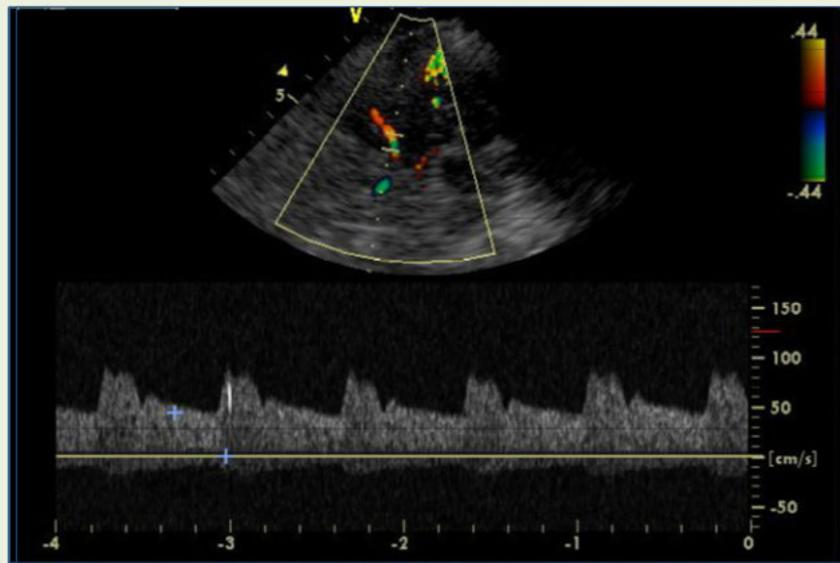
Micro-Embolies (H.I.T.S.)



Sténose de l'artère cérébrale moyenne avec HITS et amortissement du tracé en aval

Chez la même patiente, les tracés Doppler enregistrés en aval sur l'artère cérébrale moyenne montrent une modulation significativement amortie, témoignant du retentissement hémodynamique de cette sténose.

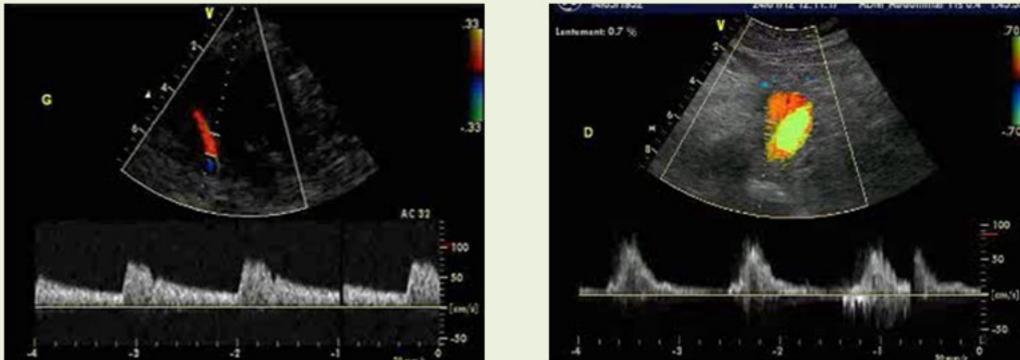
Micro-Embolies (H.I.T.S.)



Signaux de micro-embolies chez un patient porteur d'une valve aortique mécanique

Chez ce patient, le Doppler transcrânien enregistre des signaux transitoire de haute intensité (HITS) produits par cavitation gazeuse sur une prothèse valvulaire aortique mécanique (les prothèses biologiques ne produisent par contre pas de HITS).

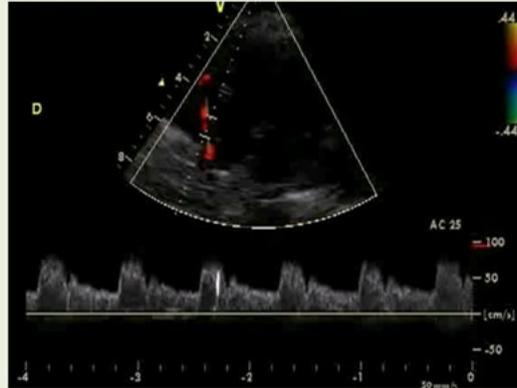
Micro-Embolies (H.I.T.S.)



Signaux de micro-embolies chez un patient porteur d'une valve aortique mécanique mise en place pour le traitement d'une dissection aortique étendue

Chez cet autre patient, les HITS liés à la présence d'une prothèse valvulaire aortique mécanique mise en place en raison d'une dissection aortique sont enregistrables sur l'artère cérébrale moyenne mais aussi sur l'aorte abdominale.

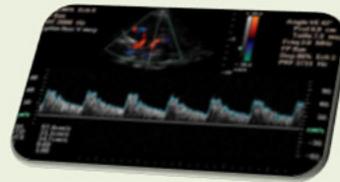
Micro-Embolies (H.I.T.S.)



Signaux de micro-embolies chez un patient porteur d'une valve aortique mécanique, hospitalisé pour un ictus amnésique

Chez cet autre patient, hospitalisé pour un ictus amnésique, et porteur depuis plusieurs années d'une valve aortique mécanique, on peut non seulement entendre les HITS et voir leur traduction sur l'analyse spectrale du signal Doppler, mais aussi les voir (spécialement en mode B-Flow ou BFI) cheminer dans la lumière des artères cérébrales (cérébrale moyenne, mais aussi cérébrale postérieure).

Indications

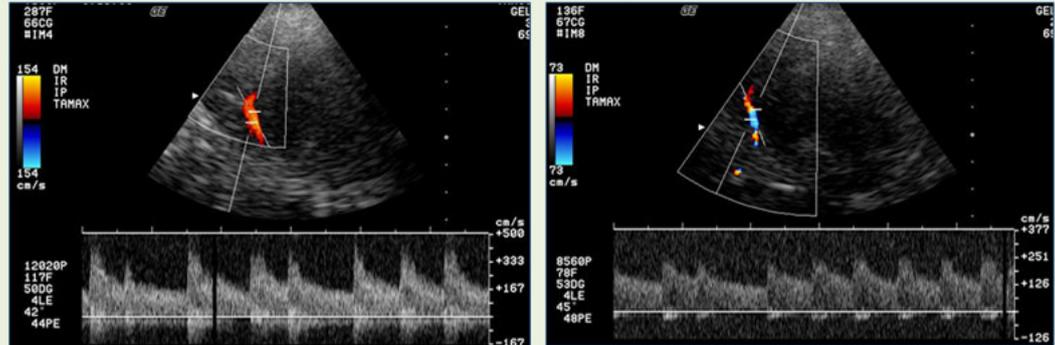


- Retentissement des lésions exo-crâniennes
- Sténoses et occlusions des artères cérébrales
- Micro-embolies (H.I.T.S.)
- Drépanocytose
- **Vasospasme**
- Drépanocytose
- Mort cérébrale
- Artériopathies non athéromateuses
- Réserve vasomotrice cérébrale

En milieu neurochirurgical, le Doppler transcrânien est très largement utilisé pour le diagnostic, l'évaluation, et surtout la surveillance du vasospasme consécutif à une hémorragie subarachnoïdienne, le plus souvent due à la rupture d'un anévrisme cérébral. Il s'agit surtout du vasospasme « retardé », survenant 3 à 4 jours après l'hémorragie, et se prolongeant généralement une quinzaine de jours, exposant à des troubles neurologiques potentiellement graves. L'élévation des vitesses circulatoires est décelable au Doppler transcrânien avant la survenue des troubles neurologiques. Le vasospasme sévère s'accompagne de vitesses circulatoires supérieures à 200 cm/s sur l'artère cérébrale moyenne, supérieures à 130 sur l'artère cérébrale antérieure. Il est souvent bilatéral. Le ratio d'Aaslid-Lindegaard : rapport de la vitesse systolique maximale de l'artère cérébrale moyenne sur la vitesse systolique maximale de la carotide interne exocrânienne. Un ratio supérieur à 3 indique un vasospasme significatif (et sévère si >6).

Notons que des vitesses circulatoires élevées peuvent être constatées, de façon diffuse, chez un patient anémique, en raison de l'hémodilution (baisse de la viscosité sanguine), ce qui représente un diagnostic différentiel à connaître. Par ailleurs, les performances du Doppler transcrânien pour le diagnostic et l'évaluation du vasospasme sont meilleures pour l'artère cérébrale moyenne, et moins satisfaisantes pour l'artère cérébrale antérieure. L'artère basilaire est aussi plus difficilement examinable en réanimation neurochirurgicale.

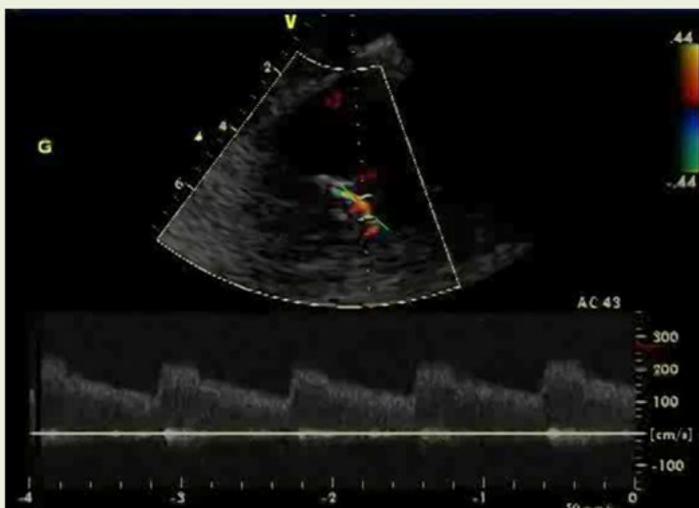
Vaso-spasme



Vasospasme (artère cérébrale moyenne) Vascularite médicamenteuse ?

Voici un exemple de vasospasme (probable vascularite) avec une vitesse circulatoire systolique proche de 400 cm/s du côté droit, supérieure à 250 cm/s du côté gauche.

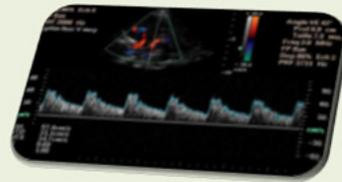
Vasospasme



Vasospasme (artère cérébrale moyenne) Vascularite médicamenteuse ?

En voici un enregistrement vidéo, avec accélération circulatoire régulière le long de l'artère cérébrale moyenne.

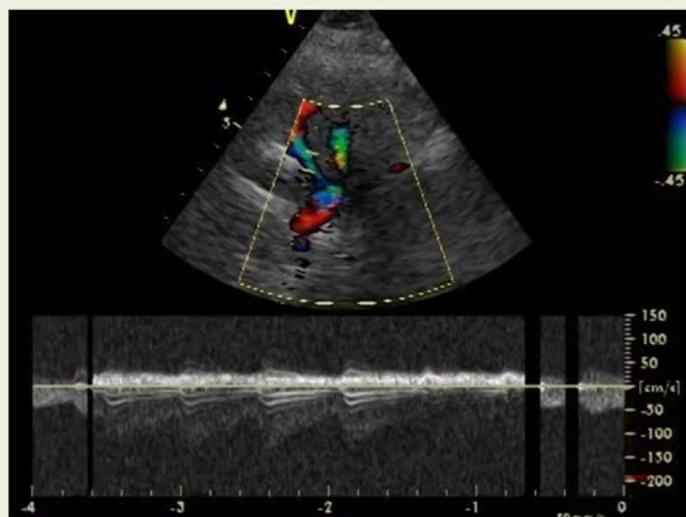
Indications



- Retentissement des lésions exo-crâniennes
- Sténoses et occlusions des artères cérébrales
- Micro-embolies (H.I.T.S.)
- Vaso-spasme
- **Drépanocytose**
- Mort cérébrale
- Artériopathies non athéromateuses
- Réserve vasomotrice cérébrale

Le diagnostic de mort cérébrale est d'une importance majeure par ses conséquences éthiques et pratiques (prélèvements d'organes). Le Doppler transcrânien ne bénéficie pas d'une reconnaissance légale en la matière : Le diagnostic « officiel » repose encore sur l'électroencéphalogramme réitéré (!) et l'angiographie cérébrale (ou l'angioscanner). Dans la pratique clinique, cependant, il est d'usage de procéder à une surveillance par le Doppler transcrânien pour déterminer le moment auquel il sera utile de déplacer le patient pour effectuer un angioscanner.

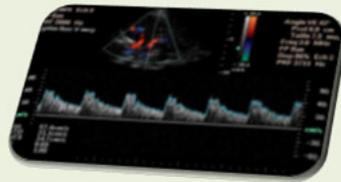
Drépanocytose



Sténose de l'artère basilaire (enfant de 6 ans)

En voici un enregistrement vidéo, avec accélération circulatoire régulière le long de l'artère cérébrale moyenne.

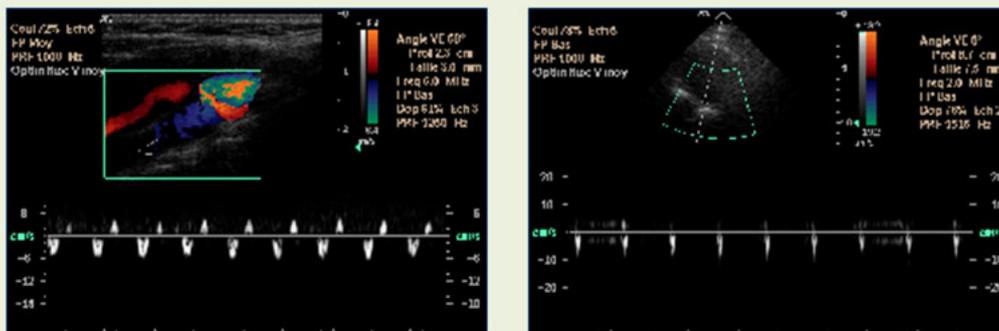
Indications



- Retentissement des lésions exo-crâniennes
- Sténoses et occlusions des artères cérébrales
- Micro-embolies (H.I.T.S.)
- Vaso-spasme
- **Mort cérébrale**
- Artériopathies non athéromateuses
- Réserve vasomotrice cérébrale

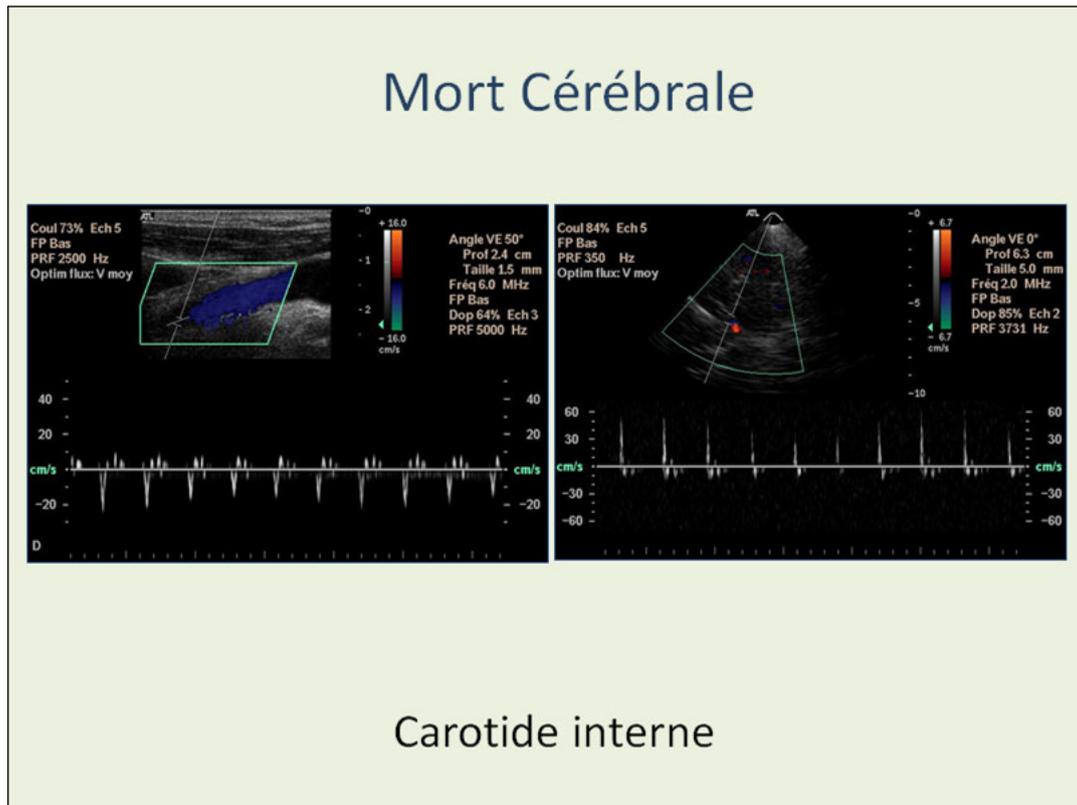
Le diagnostic de mort cérébrale est d'une importance majeure par ses conséquences éthiques et pratiques (prélèvements d'organes). Le Doppler transcrânien ne bénéficie pas d'une reconnaissance légale en la matière : Le diagnostic « officiel » repose encore sur l'électroencéphalogramme réitéré (!) et l'angiographie cérébrale (ou l'angioscanner). Dans la pratique clinique, cependant, il est d'usage de procéder à une surveillance par le Doppler transcrânien pour déterminer le moment auquel il sera utile de déplacer le patient pour effectuer un angioscanner.

Mort Cérébrale



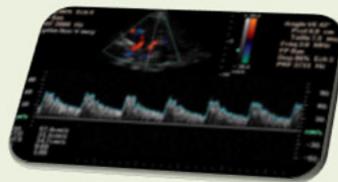
Coma profond sur méningite aiguë à pneumocoques après otite moyenne

La première question est alors celle de la disponibilité de la fenêtre acoustique temporale, sans laquelle aucune conclusion ne serait possible. C'est donc la bonne visibilité du rebord sphénoïdal et du mésencéphale qui permet de déterminer la faisabilité de l'examen. Si cette fenêtre acoustique est disponible, l'absence de signal sur la partie tronculaire des principales artères cérébrales est un signe majeur, mais la présence, sur leur partie initiale (notamment sur le siphon carotidien) d'un signal alternant de faible amplitude (« flux de butée ») est encore plus caractéristique. En voici un exemple, avec un flux alternant sur l'artère carotide interne et un flux de butée sur le siphon carotidien.



Voici un autre cas, montrant les mêmes signes : signal Doppler se résumant à un bref impact systolique, tant sur l'artère carotide interne que sur le siphon carotidien, sans aucun flux décelable en aval sur les artères cérébrales.

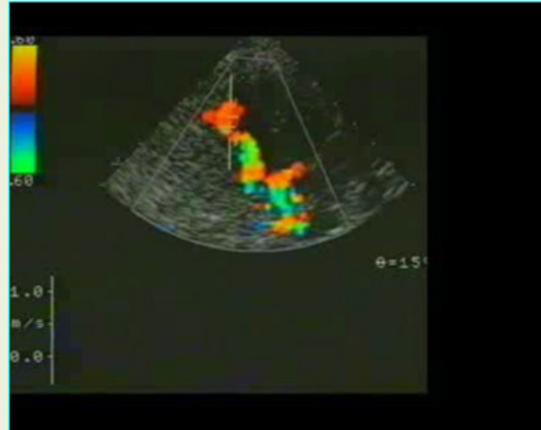
Indications



- Retentissement des lésions exo-crâniennes
- Sténoses et occlusions des artères cérébrales
- Micro-embolies (H.I.T.S.)
- Vaso-spasme
- Mort cérébrale
- **Artériopathies non athéromateuses**
- Réserve vasomotrice cérébrale

Les artériopathies non athéromateuses sont relativement rares dans la pratique angiologique courante, et relèvent d'un recrutement spécialisé. Il s'agit des artérites inflammatoires (notamment la maladie de Takayasu), de la maladie de Moya-Moya (l'une et l'autre concernant les grosses artères de la base du cerveau), ainsi que la drépanocytose (notamment chez l'enfant avant 6 ans) qui concerne surtout l'artère cérébrale antérieure et l'artère cérébrale moyenne. Dans cette pathologie, notamment, le critère principal est la vitesse circulatoire, en particulier la moyenne temporelle de vitesse moyenne (TAMx: time averaged maximum velocity), qui doit normalement rester inférieur à 170 cm/s. Une TAMx supérieure à 200 cm/s implique une sanction thérapeutique.

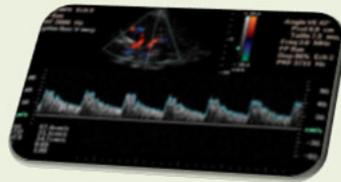
Artérite Inflammatoire



Lésions sténosantes multiples des artères cérébrales + sténoses des artères rénales (Takayasu)

Dans la maladie de Takayasu, par exemple, les lésions peuvent être très évoluées et complexes, avec, au Doppler transcrânien, des zones d'accélération circulatoire qui peuvent traduire tout autant la circulation collatérale que des sténoses localisées. Le bilan est donc particulièrement difficile, et les examens radiologiques sont donc le plus souvent nécessaires pour une évaluation détaillée.

Indications

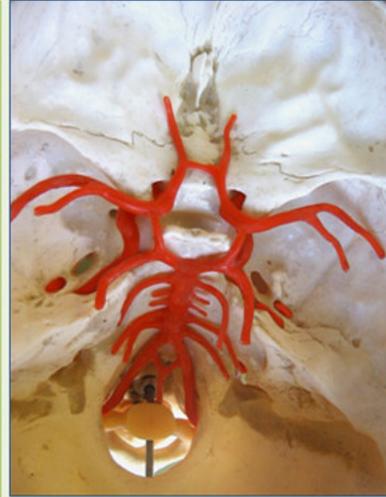


- Retentissement des lésions exo-crâniennes
- Sténoses et occlusions des artères cérébrales
- Micro-embolies (H.I.T.S.)
- Vaso-spasme
- Mort cérébrale
- Artériopathies non athéromateuses
- **Réserve vasomotrice cérébrale**

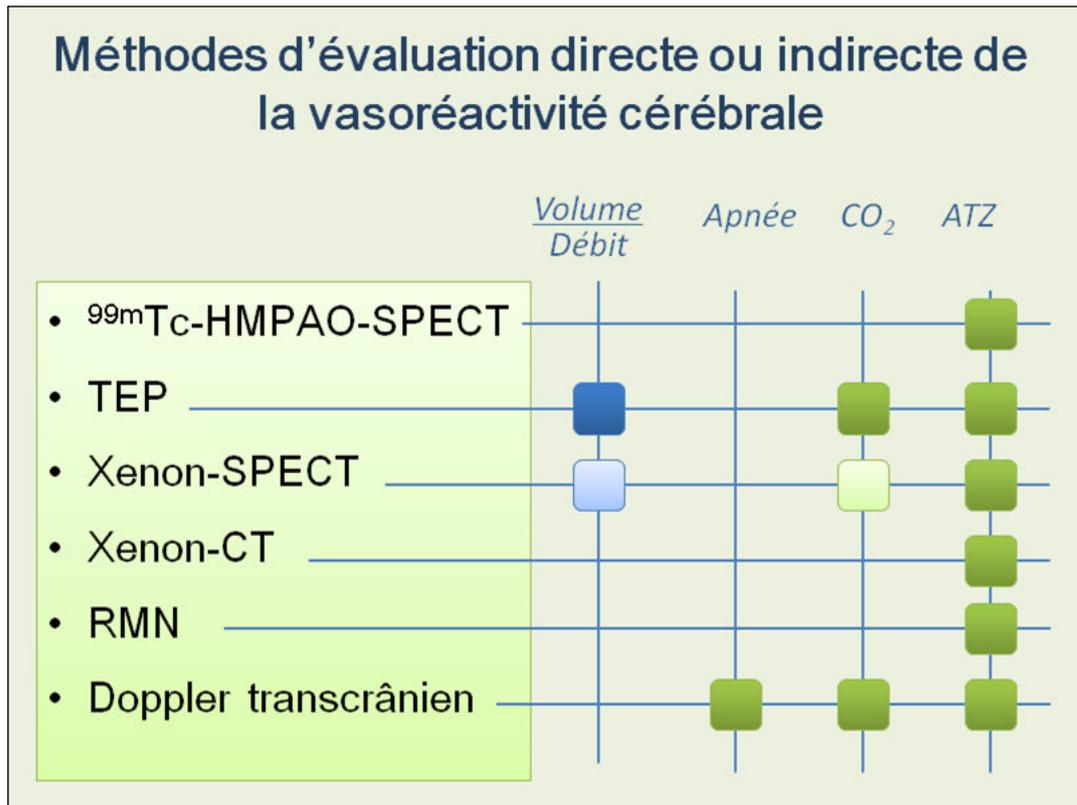
L'évaluation de la réserve vasomotrice cérébrale a fait l'objet de nombreux travaux, visant en particulier à préciser le retentissement cérébral des lésions exocrâniennes en vue de mieux cerner les indications opératoires ou interventionnelles en fonction de la tolérance ou de la mal-tolérance des lésions obstructives. Cependant, cette pratique est restée limitée, notamment en France, faute d'incidence reconnue sur la prise en charge des patients.

Réserve Vasomotrice Cérébrale

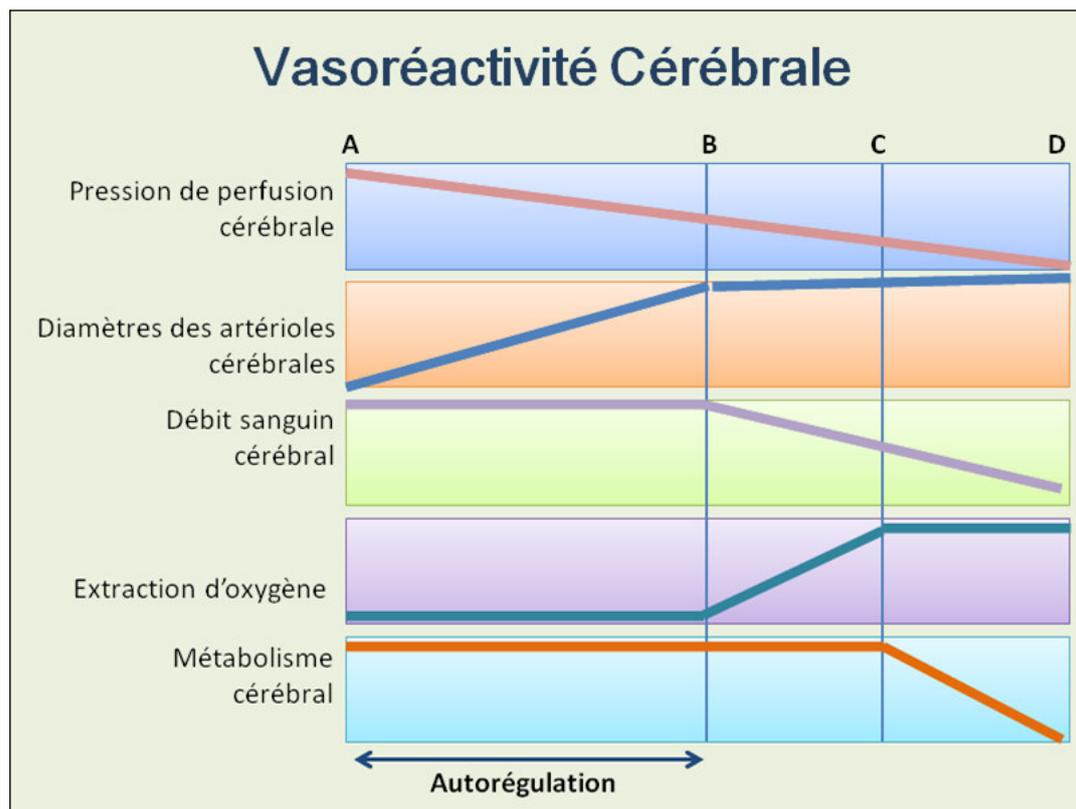
- Vaso-réactivité
- Réserve d'autorégulation
- Capacité de réserve cérébro-vasculaire
- Réactivité vasomotrice
- Réserve vasomotrice



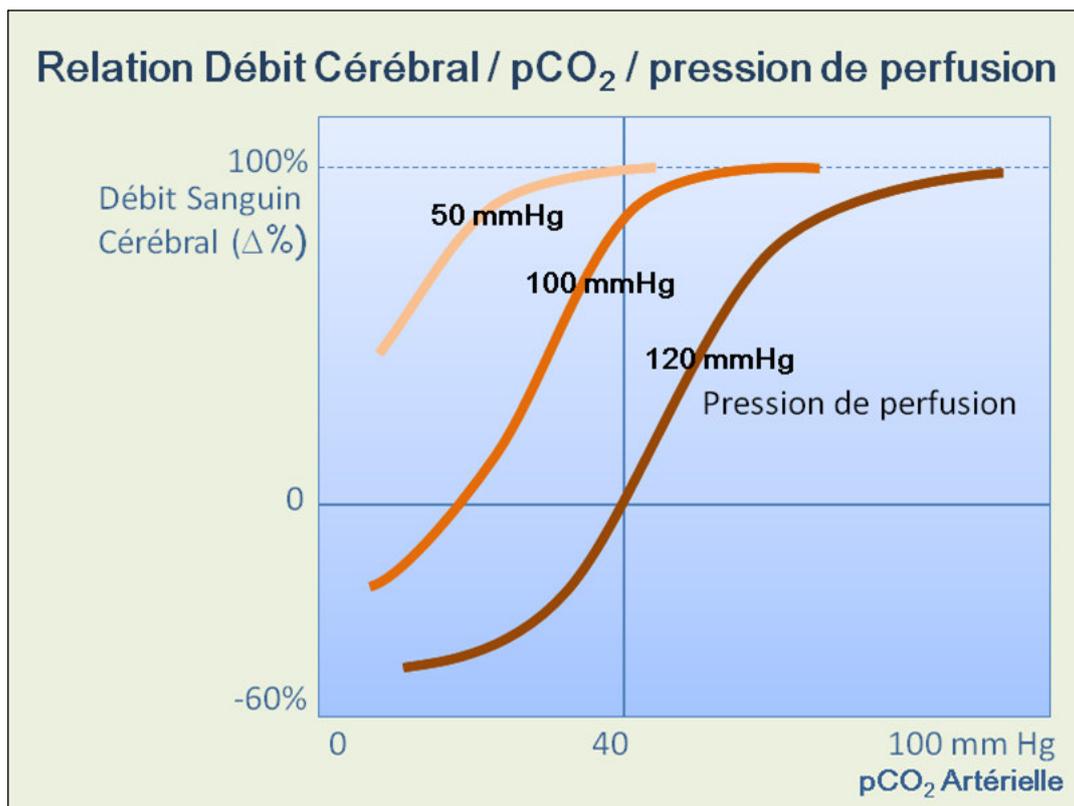
Les termes désignant la réserve vaso-motrice cérébrale et son évaluation sont multiples, reflétant la diversité des approches et des interprétations : vaso-réactivité cérébrale, réserve d'autorégulation, capacité de réserve cérébro-vasculaire, réactivité vaso-motrice, réserve vasomotrice...



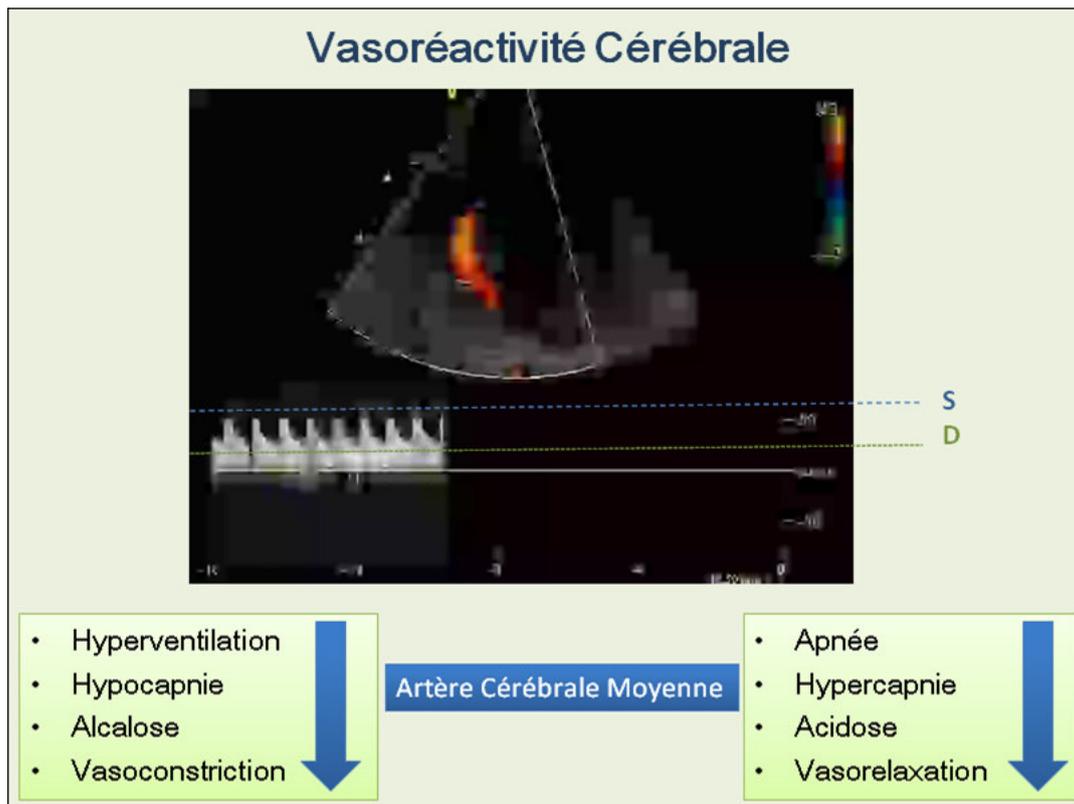
Différentes techniques permettent l'évaluation de la réserve vasomotrice cérébrale. La tomographie d'émission monophotonique (SPECT : single photon emission computed tomography, technique scintigraphique utilisant l'hexamétizime marqué au technétium 99m) est utilisable avec le test à l'acétazolamide (ATZ : diamox®), tandis que la tomographie à émission de positrons permet en outre le test au CO₂ et la mesure de débit sanguin, de même que le SPECT au xénon. Le scanner X au Xénon permet le test à l'ATZ, comme l'IRM fonctionnelle, méthode aujourd'hui préférée. Le Doppler transcrânien, quant à lui, permet le test à l'ATZ et le test d'inhalation de CO₂, mais aussi le test d'apnée. En outre, sa mise en œuvre est beaucoup moins complexe et coûteuse que celle des examens scintigraphiques ou isotopiques. Quelle que soit la technique et la méthode, le but est d'évaluer la marge d'adaptation circulatoire dont dispose encore le cerveau : si, la circulation cérébrale reste capable de répondre par une vasorelaxation significative à un stimulus comme le dioxyde de carbone, cela signifie que ses capacités d'adaptation ne sont pas épuisées. A l'inverse, l'absence de réponse traduirait l'existence d'une vasorelaxation déjà maximale, donc une situation hémodynamique mal tolérée, justifiant éventuellement une désobstruction.



Lorsque la perfusion cérébrale décroît en raison d'une lésion artérielle obstructive, l'autorégulation de la circulation cérébrale se manifeste par une vasorelaxation compensatoire, de sorte que le gradient de pression augmente, permettant de maintenir le débit sanguin cérébral. Lorsque la vasorelaxation est maximale tandis que la pression de perfusion continue à décroître, le débit sanguin commence à diminuer, mais cette diminution est tout d'abord compensée par une augmentation de l'extraction d'oxygène. Cependant, ce mécanisme rencontre aussi sa limite, et le métabolisme cérébral se trouve alors compromis. L'existence d'une réponse aux tests de réactivité vasomotrice cérébrale témoigne donc de ce que l'on se trouve encore dans la zone d'autorégulation. Dans le cas contraire, l'autorégulation étant dépassée, le risque cérébral devient majeur.



L'augmentation de la capnie (pression partielle de dioxyde de carbone - pCO₂ - dans le sang) provoque une vasorelaxation cérébrale. L'augmentation du débit sanguin cérébral répondant à l'augmentation de la pCO₂ est d'autant plus marquée de la pression de perfusion cérébrale est élevée. Lorsque cette pression de perfusion décroît, par exemple en aval d'une obstruction carotidienne, la vasorelaxation réactionnelle à l'ischémie s'installe et la réponse à la pCO₂ est alors atténuée ou abolie. L'augmentation de la pCO₂ peut être obtenue par injection intraveineuse d'acétazolamide, ou l'inhalation d'air enrichi en CO₂, ou encore par l'apnée volontaire, cette dernière méthode étant simple mais moins bien reproductible et quantifiable.



Voici un exemple, chez un sujet sain, de vasoréactivité cérébrale : l'enregistrement, au Doppler transcrânien, de l'artère cérébrale moyenne montre une diminution rapide et marquée des vitesses circulatoires systoliques, mais surtout diastolique, lors de l'hyperventilation volontaire, créant une hypocapnie, donc une alcalose. Inversement, l'apnée, ramenant en normocapnie, puis conduisant vers l'hypercapnie, provoque une vasorelaxation cérébrale se traduisant par une augmentation des vitesses circulatoires, principalement au profit de la vitesse diastolique.

Vasoréactivité Cérébrale



S
D

- Yeux Fermés



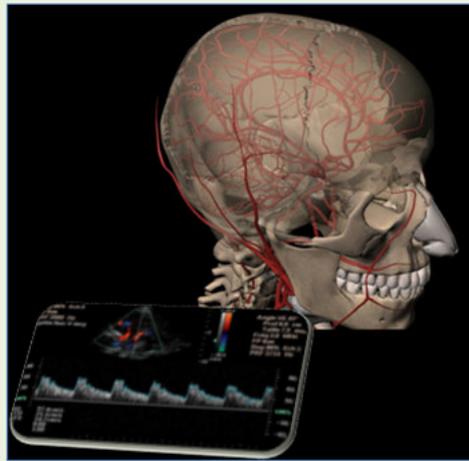
Artère Cérébrale Postérieure

- Yeux Ouverts



Le débit sanguin cérébral est globalement stable (pour un niveau donné de capnie et de pression de perfusion). Cependant, il est sujet (comme le montre bien l'IRM fonctionnelle) à d'importantes variations de répartition topographique, en fonction des modalités d'activité cérébrale. Le Doppler transcrânien peut en témoigner, par exemple en enregistrant l'artère cérébrale postérieure chez le sujet les yeux fermés (on assiste à une diminution progressive du flux), puis les yeux ouverts, le flux augmentant alors en proportion de l'activité cortical dans les lobes occipitaux.

Doppler Trans-Crânien



Pour en savoir plus :

- **Echo-Doppler Transcrânien : Méthodologie et Applications Cliniques**
Corinne Gautier, Ghislaine Deklunder - Sauramps Medical, Montpellier 2010
- <http://ultrasonographie-vasculaire.etud.umontpellier.fr/>